

# EL ORDENADOR COMO HERRAMIENTA INTELECTUAL

JULIO CABERO ALMENARA (COORDINADOR)  
JOSE M<sup>8</sup> ALBA RIESCO  
JOSÉ MANUEL LÓPEZ-ARENAS GONZALEZ  
JOSÉ LUIS PÉREZ DÍEZ DE LOS RÍOS

Dptº Didáctica y Organización Escolar  
(UNIVERSIDAD DE SEVILLA)

## **RESUMEN**

Una de las ideas más difundidas para la inserción de los ordenadores en los centros educativos y en el currículum escolar, ha sido y posiblemente siga siendo, la concepción que sobre los mismos se tiene, como instrumento de desarrollo de habilidades cognitivas en los estudiantes, en definitiva considerarlos como instrumento de desarrollo de la mente. En el artículo se presenta una investigación centrada en las posibles influencias del lenguaje de programación BASIC en dos estilos cognitivos: DIC y AI.

## **ABSTRACT**

One of the idea more divulga from computers insert in the education schools and currículum, has been and being posibly, is the idea about themselves have such as tools of development cognitiva skills of the students; in fact aas tools of developments of the mind.

In this report, we are showing an investigation about programme BASIC language have an influence on two cognitions style: DIC and AI.

## I. LA INFLUENCIA COGNITIVA DE LOS LENGUAJES DE PROGRAMACION.

Una de las ideas más difundidas para la inserción de los ordenadores en los centros educativos y en el currículum escolar, ha sido y posiblemente siga siendo, la concepción que sobre los mismos se tiene, como instrumentos de desarrollo de habilidades cognitivas en los estudiantes, en definitiva considerarlos como instrumentos de desarrollo de la mente.

Frente a la concepción de que los medios solo ofrecen información respecto a la realidad externa sobre la que el alumno debe aprender, en la actualidad manejamos ideas más significativas sobre los mismos, de manera que asumimos que los sistemas simbólicos que movilizan interactúan con los sistemas simbólicos cognitivos de los sujetos, suplantando y desarrollando determinadas habilidades cognitivas.

Clark y Salomon (1986, 405) han apoyado estos planteamientos en base a dos argumentos: a) tanto los medios como la inteligencia humana emplean símbolos para representar, almacenar y manipular la información y b) algunos de los sistemas simbólicos empleados en la cognición son adquiridos desde los sistemas simbólicos utilizados por los medios.

Para Olson (1989), la inteligencia no es simplemente una cualidad básica de la mente, sino también un producto de la relación entre las estructuras de la mente y las tecnologías del intelecto, entendiendo por éstos los mecanismos culturales que las persona utiliza para pensar. Y, bajo esta óptica, señala que el medio objeto de nuestro estudio, puede modificar las funciones mentales de dos distintas maneras: alterando la base del conocimiento de la persona, y de las operaciones aplicables a dicha base de conocimiento.

En este aspecto Martí (1988), a la hora de analizar los aspectos cognitivo de los ordenadores, señala que existen diferentes metáforas de entenderlo como máquina didáctica: libro de texto interactivo, desarrollo de ideas poderosas, herramienta cognitiva y medio de expresión. Metáforas que de acuerdo con Pea (1985, 168) provienen de dos ideas claramente diferenciadas de utilización e inserción de los ordenadores en el currículum: a) la idea del ordenador como amplificador cognitivo (metáfora de amplificación): con los ordenadores podemos realizar determinadas actividades de forma más rápida y eficaz y b) el ordenador como determinante y responsable de un cambio cognitivo cualitativo (metáfora de reorganización): los ordenadores como reestructuradores del funcionamiento intelectual del individuo.

Bajo la segunda de las posibilidades que comentamos, un gran número de investigaciones se han referido al análisis, comparativo, o no, de

las posibilidades y efectos cognitivos de diferentes lenguajes de programación, fundamentalmente del LOGO, BASIC, Y PASCAL

Cabe ahora realizarnos una pregunta, ¿qué podemos entender por efecto?. En este sentido Saloman (1990a, 29), tras definirlo como: "cambio cognitivo como consecuencia de exposición a, o interacción con, algunos estímulos", plantea que debemos diferenciar dos tipos de efecto cognitivo, que él denomina como efecto de y con la tecnología. "Estos dos aspectos del efecto -los que se producen con la tecnología y los que resultan de ella- a menudo son presentados como mutuamente exclusivos. Sin embargo, son dos facetas complementarias de la misma cuestión. Los residuos cognitivos de cualquier tecnología de la información (los efectos de) dependen generalmente de cómo se usa, qué nuevas oportunidades proporciona, y cuáles de éstas son actualmente cogidas (los efectos son)" (Saloman, 1990a, 30).

Los estudios de los efectos cognitivos de los ordenadores, han sido impulsados y desarrollados por diferentes autores y entre ellos podemos destacar los trabajos desarrollados por: Papert (1980), Paisley y Chen (1984), Pea y Kurland (1984), Chen (1985), Lieberman(1985), Linn (1985), Kurland y otros (1986), Mandinach y Linn (1986), Husic y otros (1989), Saloman (1990a y b).

En nuestro contexto, Castillejo (1987), en un estudio centrado en los posibles efectos de la informática en la estructura cognitiva de los estudiantes, llega a identificar una serie de focos de interés de las investigaciones centradas en la problemática que comentamos, en concreto: estilos cognitivos en general y específicos, esquema mental o estilos de pensamiento, estudios sobre la influencia o los efectos en los procesos vinculados al análisis de los procesos complejos y a su comprensión, especialmente en la identificación de procesos diferenciados (aislar variables o proceder por enfoques globales...) y desarrollo de habilidades intelectuales específicas: estrategias de feed-back, expresión verbal, capacidad lectora, conceptualización matemática...

Aunque los resultados son en algunos de los focos que comentamos contradictorios, en el foco en el que nos centraremos en la investigación que presentaremos llega a señalar que: "Es uno de los problemas mejor y más tratados y donde la influencia parece cuando menos probada, aunque haya que seguir investigando para precisar condiciones variables más relevantes".

Saloman y Perdins (1986) especifican seis categorías de transferencias que pueden ocurrir desde la programación de los ordenadores:

- 1) Principios matemáticos y conceptos geométricos, 2) Solución de proble-

ms, hallazgos de problemas y estrategias de organización de problemas, 3) Habilidades de razonamiento y aprendizaje, 5) Estilos cognitivos, y 6) Entusiasmo y tolerancia.

Entrando en la revisión de investigaciones que se hayan centrado en el análisis de las posibles influencias cognitivas de determinados lenguajes de programación, tenemos que señalar los trabajos emprendidos por Kruland y otros (1986), quienes comparando el comportamiento de programadores expertos con personas no expertas, encuentran que los primeros emplean estrategias diferenciadas para resolver problemas, tales como descomponer el problema en módulos, uso de razonamiento analítico, elaboración de un plan sistemático para la localización de errores. Estrategias que de acuerdo con el estudio emprendido vienen influenciadas por la característica específica que demanda la tarea de programación: razonamiento complejo, existencia de razonamiento procesal y condicional, planificación y razonamiento analógico.

Clements y Gullo (1984), partiendo de la idea de que existe un cierto desconocimiento sobre los efectos cognitivos de los ordenadores, sobre todo en lo referido a tareas de programación, llevan a cabo una investigación con niños de seis años con el objeto de conocer las influencias que en el estilo cognitivo RI y el pensamiento divergente (creatividad), podrían tener la programación en LOGO y la interacción de los alumnos en sistemas CAi de aprendizaje. Encontrando que se dan diferencias significativas entre las puntuaciones pretest y posttest en el est de creatividad en el grupo de LOGO, no así en el grupo de interacción CAi, y respecto al estilo cognitivo RI, se encontraron también diferencias significativas en el grupo LOGO, incrementándose la latencia y disminuyendo el número de errores.

Estos resultados no solo confirmaban los posibles efectos cognitivos del lenguaje de programación utilizados, sino que rechazaban la hipótesis formulada por determinados autores de que los posibles beneficios derivados de la programación de los ordenadores, pudieran perfectamente atribuirse a la experiencia interactiva, antes que a la actividad de programación en sí misma.

En otro estudio realizado por Clements (1986), investigó de nuevo los efectos de la programación en LOGO y CAi, sobre las destrezas cognitivas (operaciones de clasificación y seriación), destrezas metacognitivas, creatividad y rendimiento (matemáticas, lectura y habilidad de describir direcciones). Los resultados obtenidos fueron similares a los que anterior-

mente hemos comentado: las puntuaciones en el grupo LOGO fueron superiores al grupo CAI.

En relación con los estilos cognitivos, ya hemos señalado algunas investigaciones donde éstos han sido contemplados como variables de investigación, a los que podríamos añadir los de Miller y Emiwovich (1988), referido a la influencia en el estilo cognitivo anteriormente citado, de cursos de programación en LOGO y al interacción con los ordenadores en formato CAI. El efectuado por Webb (1984), que investiga los efectos de determinadas habilidades cognitivas, estilos cognitivos DIC, y las características demográficas de los sujetos, en el éxito del aprendizaje de lenguajes de programación en pequeños grupos, alcanzando una correlación significativa y positiva en los sujetos independientes de campo y las puntuaciones alcanzadas en diferentes componentes de los cursos de programación. Y el realizado por Van de Merrienboer y Krammer (1990), que contrastaron la significación del estilo cognitivo reflexividad-impulsividad de 21 estudiantes que participaron en un curso de introducción al lenguaje de programación COMAL-80 en los resultados que al finalizar el mismo obtendrían en el recuerdo de información factual y de comprensión sobre él mismo, encontrando datos significativos entre el estilo cognitivo de los estudiantes y el porcentaje de ítems correctamente acertados.

## 2. LA INVESTIGACION REALIZADA.

En esta investigación nos centramos en el estudio de las posibles influencias del lenguaje de programación BASIC, en los estilos cognitivos DIC y AI. Ya en otro trabajo (Cabero y Salas, 1990) abordamos la conceptualización y la importancia que el mismo ha tenido y tiene dentro de la investigación en medios de enseñanza, por ello remitimos al lector interesado al mismo, y vamos a obviar en el presente tales referencias.

Indicar desde el principio que hemos elegido este lenguaje de programación por razones de tipo operativo: el nivel de estudio que cursaban los estudiantes que participaban en la investigación, y el tipo de centro al que hemos podido tener.

Las preguntas sobre las que nos interrogamos son: 1) ¿Sufrirán alguna modificación el estilo cognitivo DIC de los alumnos como consecuencia de la asistencia a un curso de programación en el lenguaje informático

BASIC? y 2) ¿Sufrirá alguna modificación el estilo cognitivo RI de los alumnos, como consecuencia de la asistencia a un curso de programación en el lenguaje informático BASIC?

Los diseños que suelen utilizarse en la investigación sobre los posibles efectos cognitivos de la programación son diversos (Gilmore, 1990): entrevistas con los programadores, estudios experimentales longitudinales, comparación entre el razonamiento entre un programador novel y no experto. En nuestra investigación elegimos el de tipo grupo control y experimental; en él, como es lógico suponer, el grupo control viene determinado por la ausencia de tratamiento, y el experimental por la programación en BASIC. Los sujetos fueron diagnosticados dos veces en los estilos cognitivos contemplados. Una, antes de que los alumnos del grupo experimental comenzaran el curso de programación en BASIC, y otra a su finalización. Ambas medidas fueron realizadas en los grupos control y experimental. Las razones que nos llevaron a su elección, aún siendo consciente de las limitaciones que presenta, son básicamente: el tipo de pregunta formulado, y su ususalidad en este tipo de investigaciones que nos permitirá la comparación de sus resultados con los obtenidos en otras investigaciones.

La muestra estuvo constituida por cuarenta alumnos, veinte formaron parte del grupo control y veinte del experimental. Tenemos que indicar que dos alumnos del grupo experimental abandonaron el curso de programación antes de su finalización.

La selección de los alumnos del grupo experimental, fue voluntaria. Estando este grupo formado por 6 mujeres y 14 varones, que cursaban el primer nivel de formación profesional y pertenecían a las ramas de Delineación, Automoción, Electrónica, y Administrativos. Por el contrario la selección de los alumnos del grupo control, se realizó al azar, siguiendo la proporción por ramas de los que voluntariamente se habían apuntado al desarrollo de la experiencia.

Los instrumentos utilizados para el diagnóstico de los estilos cognitivos fueron: el "Test de Figuras Enmascaradas" de Oltman, Raskin y Witkin, con adaptación española de Rocío Fernández Ballester y Araceli Maciá y publicado por la Sección de estudios TEA, para el diagnóstico del estilo cognitivo DIC y el "Matching Familiar Figures" (MFF) de Kagan, para el diagnóstico del RI.

Teniendo en cuenta el diseño utilizado, de cada alumno se obtuvieron las siguientes puntuaciones:

- Puntuación inicial en el estilo cognitivo DIC (DIC1).
- Puntuación final en el estilo cognitivo DIC (DIC2).
- Errores cometidos en la primera aplicación del MFF (RE1).
- Errores cometidos en la segunda aplicación del MFF (RE2).
- Tiempo medio invertido en la primera aplicación del MFF (RT1).
- Tiempo medio invertido en la segunda aplicación del MFF (RT2).

La duración del curso fue de cuarenta horas, distribuidas en veinte sesiones, repartidas en tres sesiones por semana. El curso se realizó en el mismo centro de los alumnos, y en el aula de informática y con experiencia docente en este tipo de cursos.

En la organización del curso se tuvieron en cuenta las recomendaciones que Dyck y Mayer (1989) realizan respecto al lenguaje de programación BASIC, formación en el aspecto sintáctico y semántico. El sintáctico se refiere al uso de léxico y al conocimiento de normas para la combinación de unidades de léxico y al conocimiento de normas para la combinación de unidades de, siendo estas unidades los elementos básicos de codificación del lenguaje BASIC e incluyendo línea de números, nombre de variables, símbolos aritméticos, símbolos lógicos... Y el conocimiento semántico se refiere al conocimiento de una manifestación de un programa, o módulo de un programa.

El curso incluyó contenidos referidos a: opciones del mandato BASIC, editor de programas en BASIC, formatos de líneas, variables, expresiones y operadores numéricos...

## 2.1 RESULTADOS OBTENIDOS.

Las puntuaciones obtenidas por los sujetos del grupo control y experimental en la primera y segunda aplicación del GEFT y MFF fueron para el grupo control:

	DIC1	DIC2	RT1	RT2	RE1	RE2
Media	11,95	11,9	34,5	32,65	13,2	13,05
D. Típica	2,54	2,83	17,63	17,29	5,52	5,20
Mínimo	7	5	5	10	6	5
Máximo	16	16	70	60	27	25



y para el experimental:

	DIC1	DIC2	RT1	RT2	RE1	RE2
Media	12,44	13,94	36,5	34,11	13,8	8,89
D. Típica	3,50	2,41	24,23	14,29	6,62	5,45
Mínimo	6	8	14	15	4	0
Máximo	15	16	52	54	27	17

Nuestra primera preocupación se centró en conocer si el grupo control y experimental eran homogéneos, en las puntuaciones DIC y RI iniciales. Para ello aplicamos el test estadístico no paramétrico de la U de Mann-Whitney, obteniendo las siguientes puntuaciones:  $Z = 0.559557$  (DIC),  $Z = 0.040000$  (RT) y  $Z = 0.102565$  (RE); que no nos permiten rechazar la hipótesis de igualdad de las muestras al nivel de significación del 0.01. En consecuencia las puntuaciones obtenidas en el DIC y RI, por los sujetos del grupo control y experimental son estadísticamente homogéneas.

Las hipótesis generales que contrastaremos a lo largo de los diferentes análisis estadísticos son:

*H<sub>0</sub>: Los estilos cognitivos DIC y RI de los alumnos no sufrirán ninguna variación como consecuencia de la asistencia a un curso de programación en BASIC.*

*H<sub>1</sub>: Los estilos cognitivos DIC y RI de los alumnos sufrirán alguna variación como consecuencia de la asistencia a un curso de programación en BASIC.*

Estas hipótesis las abordaremos desde dos vías diferentes:

A) Comparando las puntuaciones posttest-obtenidas por los sujetos pertenecientes al grupo control y experimental.

B) Comparando las puntuaciones iniciales y finales de los sujetos que habían recibido el tratamiento del curso de programación en BASIC.

El test estadístico que aplicamos para ello fue de nuevo la U-de Mann-Whitney, obteniéndose en los diferentes contrastes realizados las siguientes puntuaciones:

DIC2 (control) - DIC2 (exp)	2.24097 (*)
RT2 (control) - RT2 (exp)	0.629351
RE2 (control) - RE2 (exp)	-2.11177 (*)
DIC1 (control) - DIC2 (cont)	0.196116
RT1 (control) - RT2 (cont)	0.727987
RE1 (control) - RE2 (cont)	0.223996
DIC1 (exp) - DIC2 (exp)	2.76217 (**)
RE1 (exp) - RE2 (exp)	3.17918 (**)
RT1 (exp) - RT2 (exp)	0.261302

(\*) Significativa al 0.05

(\*\*) Significativa al 0.01

Tales resultados no nos permiten rechazar la hipótesis nula de existencia de diferencias entre la primera y segunda aplicación de los instrumentos de diagnósticos utilizados para los estilos cognitivos en los sujetos del grupo control. Por el contrario rechazamos esta hipótesis para los sujetos del grupo experimental en las puntuaciones DIC y en el número de errores cometidos con la aplicación del MFF.

## 2.2. CONCLUSIONES.

Los análisis realizados en la investigación, entre el grupo control y experimental y entre las puntuaciones pretest y posttest de cada uno de los grupos, nos permiten concluir las posibles influencias del curso de programación en BASIC en la modificación de las puntuaciones de los estilos cognitivos analizados, DIC y RI. Lo que estaría en consonancia con los resultados obtenidos en otras investigaciones.

Sin embargo, pensamos que los hallazgos deben ser tomados con cautela. En primer lugar, por las limitaciones que tiene el tipo de diseño utilizado, el usual en las investigaciones que se han centrado en el análisis de esta problemática, que pueden llevar a los alumnos a un aprendizaje de los instrumentos de diagnóstico. Aunque los resultados obtenidos en las diversas comparaciones entre el grupo control-experimental y las puntuaciones pretest-posttest, nos permitan rechazar la hipótesis de sobreaprendizaje del instrumento por parte del alumno.

Y en segundo lugar, por la aparición de un dato contradictorio: la no modificación del tiempo invertido por los alumnos en el MFF, y así del número de errores. Aunque también es cierto que el tiempo invertido se ha hecho más homogéneo en el grupo experimental.

Por otra parte, debe en cuenta que los resultados lo que ponen de manifiesto es que existe una modificación de las puntuaciones de los estilos cognitivos estudiados. Cuestión diferente es si tales modificaciones son internalizadas y adquieren un sentido permanente y duradero en los alumnos. Asumiendo, o contemplando, las matizaciones comentadas, sí podemos concluir las posibilidades que la programación informática puede tener en la modificación de los estilos cognitivos analizados.

## BIBLIOGRAFIA.

CABERO, J. y SALAS, M. (1990): "Estilos cognitivos e investigación en medios de enseñanza", CAMPOABIERTO 7, 26-40.

CASTILLAJO, J.L. (1987): Defectos de la informática en la estructura cognitiva de los alumnos, en VAZQUEZ, G. (ED): Educación para el siglo XXI, Madrid, FUNDESCO, 38-71.

CLARK, R. & SALOMON, G. (1986): Media in teaching, en WITTROCK, M. (Ed.): II Handbook of Research on Teaching. Nueva York, McMillan, 464- 478.

CLEMENTS, D.H. y GULLO, D.F. (1984): "Effects of computer programming on young children's cognition", Journal of Educational Psychology, 76, 151- 158.

CHEN, M. (1985): A macro-focus on microcomputers en CHEN, M. y PAISLEY, W (Eds.): Children and microcomputers. Research on the newest medium, Beverly Hills, Sage, 37-58.

DYCK, J.L. y MAYEA, R.E. (1989): "Teaching for transfer of computer program comprehension skill", Educational Psychology, 81, 1, 16-25.

GILMORE, D.J. (1990): Methodological issues in the study of programming, en: HOC, J. M. y otros (Eds) (1990): *Psychology of programming*. Londres, Academic Press, 83-98.

KURLAND, D.M. et al. (1986): "A study of the development of programming ability and thinking skills in high school students", *Journal Educational Computing Research*, 2,4,429-458.

MARTI, E. (1988): Análisis psico-cognitivo de las actividades con ordenadores en AGUIRREGABIA, M. (Coord.): Tecnología y Educación. Madrid, Narcea, 85-93.

OLSON, D.R. (1989): El ordenador como instrumento de la mente. Comunicación. Lenguaie y Educación, 2, 51-57.

PAISLEY, W. Y CHEN, M. (1984): The second electronic revolution: The computer and children, en BOSTROM, R. (ad). *Communication yearbook* 8, Bervely Hills, Sage, 106-136.

PAPERT, S. (1980): Mindstorms: Children. computers and powerful ideas. New York, Basic Books.

PEA, R. (1985): "Beyond amplification: using the computer to reorganiza mental functioning", *Educational Psvchologist*, 20,4 167-182.

PEA, R. y KURLAND, D.M. (1984): "On the cognitiva effects of learning computer programming", *New Ideas in Psychology*, 2,2,1370168.

SALOMON, G. (1991a): Investigación en medios de enseñanza. Sevilla, marzo.

SALOMON, G. (1990): "Cognitiva effects with and of compyter technology", *Communication Research*, 17,1, 26-44.

SALOMON, G. y PERKINS, D.N. (1986): Transfer of cognitive ski/ls from programming: when and how? Communication & Computer research in educa-tion. school of Education Tel Aviv University, report nº 2.

VAN ,MERRIENBOER, J. y KRAMMER, H. (1990): The completion strategy in programming instruction: Theoretical and empirical support, en DIJKSTRA, S. (Ed.): Research on instruction. Desing and effets. Educational

Techonology Publications, Englewood Cliffs, New Jersey, 41-61.

WEBB, N.M. et al. (1986): uProblem-Solving Strategies and Group Processes in Small Groups Learning Computar Programming", American Educational Besearch Journal. 23, 2, 243-263.